

MANUAL CONTRA INCENDIOS de PU Europe

SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN EDIFICIOS

► OBJETIVOS DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Al considerar la seguridad contra incendios de los edificios, hay que lograr un cierto número de objetivos fundamentales. Claramente, el primer objetivo es prevenir la pérdida de vidas de ocupantes y bomberos. Un objetivo secundario es la limitación de daños a la propiedad [1] y la protección del medio ambiente.

Una evaluación de la seguridad contra incendios identifica las condiciones necesarias para cumplir estos objetivos y equilibra los riesgos. Sin embargo, para hacer esto es necesario entender los diferentes factores que influirán en las consecuencias en caso de incendio. Sobre esta base se puede decidir si la evaluación debe centrarse en el material, en los productos o en el sistema, o en una combinación de todos ellos.

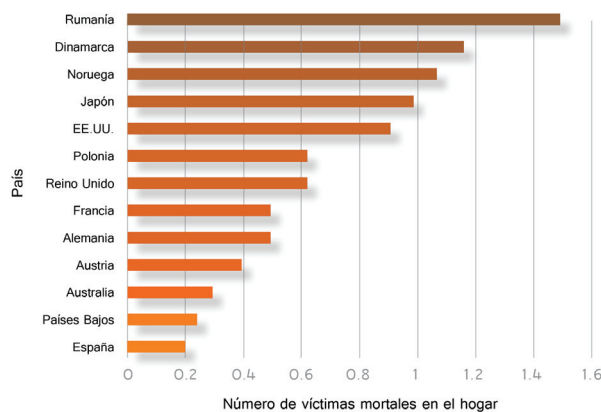


Tabla 1: Comparación internacional sobre el número de víctimas de incendios "en el hogar" por cada 100 000 habitantes de un país dado (promedio de varios años) [2]

EVALUACIÓN DEL RIESGO

- ¿Existe posibilidad de que el producto sea la fuente de ignición?
- ¿Existe posibilidad de que el producto sea el elemento secundario inflamado?
- ¿Es el producto una fuente combustible potencial significativa incluso si no es el elemento primario o secundario inflamado?
- ¿Cuál es la vía potencial de contribuir al riesgo (y daño)?
- ¿Cuál es la proximidad de los ocupantes y/o equipos críticos al origen de un incendio?

Tanto si la evaluación se centra en un material, un producto o un sistema, se determina mediante la investigación del riesgo.

¹ Folleto de Isopa: *Performance of polyurethane (PUR) building products in fires*

² Dr. rer. nat. Georg Pleß (Institut der Feuerwehr Sachsen-Anhalt basado

en estadísticas de la Organización Mundial de la Salud), Ständige Konferenz der Innenminister und -Senatoren der Länder, Forschungsbericht Nr. 145 (Teil 1)

MANUAL CONTRA INCENDIOS de PU Europe

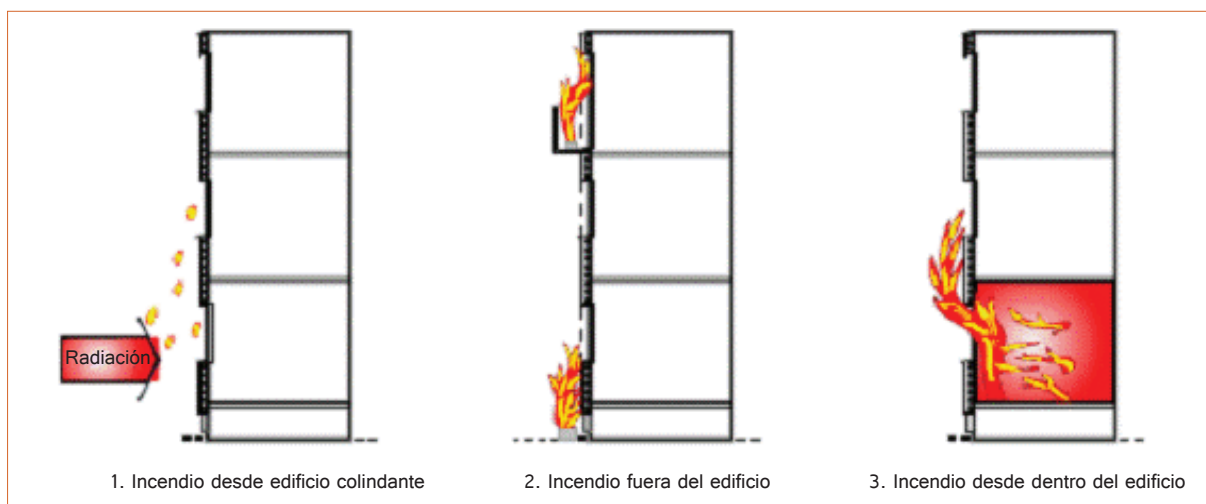


Figura 1: Mecanismos de propagación de incendios externos en fachadas (Kothoff, 2004)

Los métodos de ensayo pueden ayudar a determinar el comportamiento del producto en caso de incendio. Para que la evaluación sea válida, es necesario que el resultado del ensayo de incendio ofrezca una estimación válida con relación al escenario o escenarios especificados.

➤ ESCENARIOS DE INCENDIO

Los incendios pueden iniciarse y desarrollarse de numerosas formas, dependiendo de ciertos factores, entre los que se incluyen:

- El tipo, la intensidad y el lugar de la fuente de ignición (véase el ejemplo en la [Figura 1](#))
- Elementos primarios y secundarios inflamados
- Vía del incendio
- Densidad de la carga de fuego
- Tipo y tamaño del edificio/habitación
- Condiciones de ventilación
- Disponibilidad de medidas de protección pasivas (compartimentación, paredes/puertas contra incendios, y ventilaciones naturales) y activas (dispositivos de extracción de humos, rociadores, intervención de los bomberos)
- Grado de confinamiento

Entender cómo es probable que se comporte una construcción particular en

MANUAL CONTRA INCENDIOS de PU Europe



Ensayo de cubiertas plana de chapa según DIN 18234 en Alemania



Incendio de edificio residencial en Irvine (11 de junio de 1999)

un escenario de incendio es un aspecto importante de la evaluación de la seguridad contra incendio. En un programa de investigación pre-normativo de la UE finalizado en 1995 [3] se identificaron ocho escenarios de incendio diferentes: una habitación pequeña y grande, una cavidad vertical y horizontal, una fachada, un pasillo, una escalera y una cubierta. Todos estos escenarios suponen la inflamación de un objeto secundario mayor.

Se eligió el Room Corner Test ISO 9705 como escenario de ensayo de incendio para simular un incendio en la esquina de una habitación pequeña. Este ensayo se utilizó para ayudar al desarrollo del sistema de Euroclasificación para estandarizar la clasificación de productos de construcción, especialmente con respecto a la combustión súbita generalizada (flashover). Sin embargo, el Room Corner Test se desarrolló para productos de revestimiento interior, que estén directamente expuestos al incendio. Esto ha llevado a cierta incoherencia cuando se trata del aislamiento, ya que este último raramente es usado como producto de revestimiento interior, porque casi siempre se instala tras una barrera resistente al fuego (véase la sección: **Normas europeas contra incendios y legislación nacional**). Esto se tiene en cuenta en la norma de montaje y fijación (EN 15715), que permite el ensayo de comportamiento ante el fuego en aplicación de uso final.

El concepto de escenarios de incendio se usa ampliamente en la ingeniería de seguridad contra incendios. La elección del escenario de incendio correcto es vital para la correcta evaluación de los riesgos y peligros de incendio. El escenario de ensayo es un ensayo relacionado con la aplicación y sigue el desarrollo del incendio hasta la última etapa, posiblemente hasta una etapa incontrolable de propagación del incendio. El uso de ensayos específicos relacionados con la aplicación está aumentando en países de la UE para confirmar que el comportamiento determinado del producto es conforme con el nivel de seguridad contra incendios aplicable en determinados países (incluyendo aplicaciones de uso final). Los ejemplos incluyen ensayos de fachadas o cubiertas planas de chapa aisladas.

➤ DESARROLLO DE INCENDIO INTERIOR

Hay cuatro etapas fundamentales en el desarrollo de un incendio dentro de un edificio:

³ A. Pinney: *Actualización del Programa de Armonización de la Construcción en Europa*, Conferencia "Retardantes de llama 96" (1996), pp. 23-33

MANUAL CONTRA INCENDIOS de PU Europe

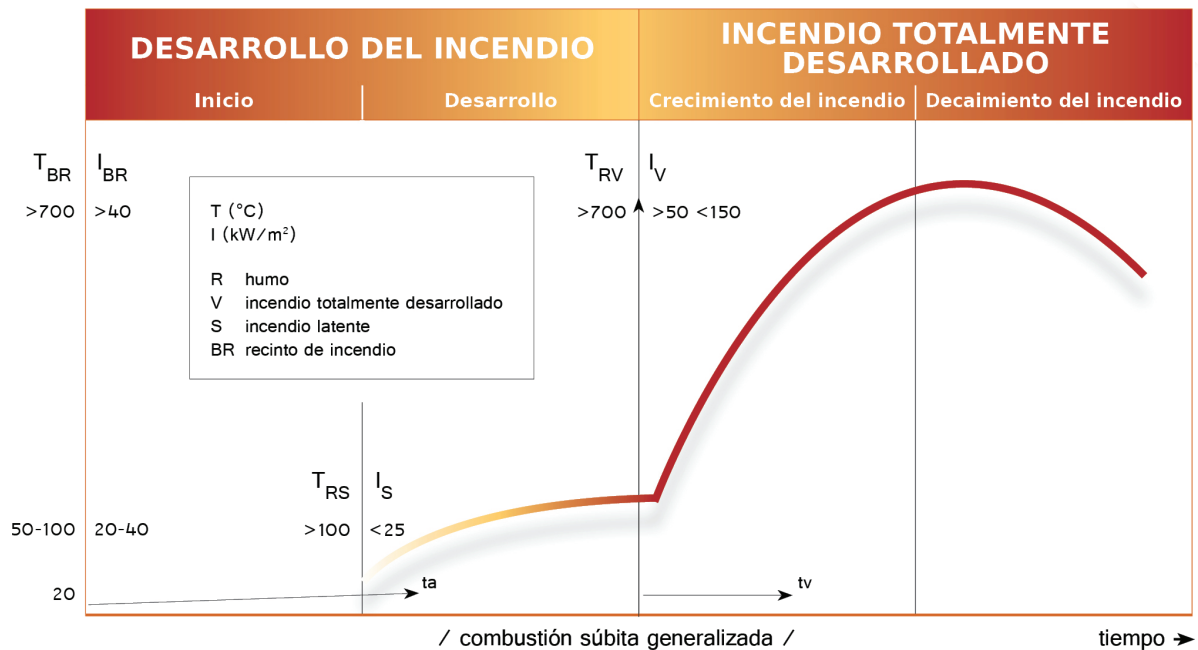


Figura 2: Desarrollo de incendios en recintos cerrados

- Ignición
- Crecimiento
- Totalmente desarrollado
- Decaimiento

Inicialmente es necesaria una fuente de calor, combustible y oxígeno para que tenga lugar la ignición. Al propagarse las llamas y elevarse los gases calientes, la temperatura de la habitación o recinto aumenta. Siempre que haya suficiente oxígeno el fuego comienza a crecer, y se involucran otras fuentes de combustible. Con combustible adicional, el nivel de calor liberado aumenta, y se formará una capa de gas caliente desde el techo hacia abajo. Hacia el suelo se encontrará una capa de gas más fría y, a menos que el recinto esté sellado, la menor presión de esta capa más fría permite un intercambio de aire desde el exterior, siempre que el oxígeno necesario para el fuego continúe creciendo. Es en la etapa de crecimiento en la que la **reacción al fuego** de los materiales expuestos es crucial para determinar si contribuirán o no al desarrollo del incendio, teniendo en cuenta factores como la capacidad de ignición, la liberación de calor y la propagación del fuego.

MANUAL CONTRA INCENDIOS de PU Europe



Ensayo de incendio en fachada

La transición de un incendio incipiente a uno totalmente desarrollado puede ser extremadamente rápida dependiendo de la carga de fuego. El Centro Internacional de Formación sobre Incendios ofrece la siguiente definición de este mecanismo: *“En un incendio de un recinto, puede producirse una etapa en la que la radiación térmica total de la columna del incendio, los gases calientes y la envoltura caliente del recinto producen la generación de productos de pirólisis inflamables desde todas las superficies combustibles expuestas dentro del recinto.”* [4]

Se acepta de forma general que si un incendio llega a una combustión súbita generalizada, las posibilidades de huida de los ocupantes cercanos son considerablemente menores, ya que la causa más común de muerte en un incendio es la de ser alcanzado por el humo y los gases, que se producen de una manera significativamente mayor después de la combustión súbita generalizada.

Una vez un incendio está totalmente desarrollado, la capacidad de **resistencia al fuego** se vuelve de la máxima importancia por tener la capacidad de soportar carga, aislar y mantener la integridad de la cuál puede depender la estabilidad del edificio y la prevención de una propagación mayor del incendio.

Un incendio totalmente desarrollado libera la máxima cantidad de energía, aunque está generalmente limitada por la cantidad de oxígeno disponible, y si el suministro de oxígeno se mantiene bajo y el combustible disponible se consume el incendio decaerá.

DESARROLLO DE INCENDIO EXTERIOR

Los incendios se desarrollan de forma diferente en superficies externas horizontales o verticales. Son de aplicación las cuatro etapas principales de un incendio aunque el desarrollo es diferente ya que en el incendio influyen diferentes factores, por ejemplo los efectos del viento, el entorno como la proximidad de otros edificios, o el diseño de paredes o cubiertas incluyendo el tipo y diseño del recubrimiento exterior. La normativa tiene en cuenta escenarios de fuego exterior y existen normas de ensayo específicas, por ejemplo para fachadas y para cubiertas. La propagación vertical y horizontal del incendio y la propagación al interior del edificio o a otras alturas se consideran importantes, mientras que la combustión súbita generalizada no es relevante al no poder formarse una capa de gases calientes bajo el techo o la cubierta.

⁴ Centro Internacional de Formación sobre Incendios: Extinción inicial, Trabajando con humo, Edición 1 (enero, 2003). http://www.iftc.org.uk/training/Working_in_Smoke.pdf

MANUAL CONTRA INCENDIOS de PU Europe

CÓMO CONTROLAR LOS PELIGROS DEL HUMO [5]

El humo siempre es tóxico, con independencia del material que se esté quemando. Los pasos principales para controlar los peligros del humo son:

- asegurar que el incendio se mantiene reducido, evitando la propagación;
- limitar el humo visible para permitir una evacuación segura de los ocupantes;
- evitar la exposición e inhalación de humo para permitir una evacuación segura y evitar lesiones.

➤ EL HUMO Y SU TOXICIDAD

LA RELEVANCIA DEL HUMO

El humo es un riesgo significativo. Las estadísticas de Reino Unido y Estados Unidos muestran que la causa más común de muerte en un incendio es ser alcanzado por el humo y los gases. El humo puede iniciarse por la combustión de un objeto, y normalmente al inicio se deriva de la combustión del contenido del edificio (más que de la estructura), que puede o no ser de combustión visible.

Hay dos aspectos peligrosos sobre el humo, la pérdida de visibilidad durante la huida y la intoxicación después de la inhalación de una cierta dosis (concentración de efluentes multiplicada por el tiempo de exposición). La reducción o pérdida de visibilidad lleva a retrasos en la evacuación, desorientación y tiempos de exposición más prologados. La inhalación de humo puede llevar a efectos narcóticos e irritación e incluso puede producir incapacidad o muerte. Por tanto, en los edificios se considera un elemento importante el control del humo.

HUMO Y LEGISLACIÓN

El objetivo principal de la legislación relacionada con incendios (incluido el humo) es asegurar la vida. En el sector de la construcción la limitación de la generación de humo y la exposición de los ocupantes se logra previniendo la ignición y limitando el desarrollo del incendio y asegurando medios adecuados de evacuación para los ocupantes a través de un diseño adecuado del edificio (p.ej. vías de evacuación).

Dependiendo del país, para ciertos usos de edificios puede haber requisitos

⁵ S Levchik, M Hirschler, E Weil: *Guía práctica sobre el humo y productos de combustión de polímeros ardiendo – Generación, evaluación y control*, Smithers Rapra (2011)

MANUAL CONTRA INCENDIOS de PU Europe

sobre el comportamiento de los productos de construcción en relación al humo visible, principalmente para situaciones de fuego interno. Para situaciones de incendio exterior, el humo no se considera un peligro para la vida y en general no hay requisitos, o estos son bajos. La opacidad del humo forma parte de las normas de reacción al fuego. En la UE no hay normas sobre la toxicidad del humo en productos de construcción. La prevención de la exposición se logra principalmente a nivel nacional a través de las medidas anteriores y, en algunos casos, a través de ingeniería de seguridad contra incendios (FSE). No obstante, algunas normativas nacionales pueden incluir ciertas reglas, p.ej. Alemania para productos no combustibles para vías de escape o p.ej. Francia para aislamientos combustibles que se aplican al interior del edificio sin recubrimiento de barrera térmica.

HUMO Y FSE

El humo es la consecuencia de un incendio y, por tanto, su generación depende siempre del escenario del incendio. El humo puede proceder de diversas fuentes de ignición, y es probable que las emisiones de humo provengan de forma importante del contenido del edificio. La implicación de la envolvente del edificio, incluyendo el aislamiento, en la producción de humo variará mucho dependiendo de la solución constructiva y de las condiciones bajo las que se desarrolla el incendio. Cada una de las distintas etapas de un incendio en desarrollo y desarrollado acarrearán un peligro específico de humo, que puede llegar al máximo durante la etapa de combustión sin llama. En términos de generación de humo las siguientes etapas son importantes y significativamente diferentes:

- incandescencia continua o combustión sin llama
- incendios muy ventilados o incendios con desarrollo de llamas
- incendios poco ventilados
- incendios posteriores a la combustión súbita generalizada

La evaluación del comportamiento del humo y la determinación del peligro en un edificio debería tener en cuenta los escenarios relevantes del incendio (= evaluación del riesgo) [6]. El humo forma parte de la evaluación del riesgo. Dicha evaluación del riesgo tiene en cuenta el diseño completo del edificio y no solo el comportamiento del humo de un producto de construcción en un ensayo de humo. La FSE es la mejor vía para identificar y gestionar riesgos potenciales del humo, con independencia del tipo de aislamiento usado [7].

⁶ El riesgo de incendio se define como la probabilidad de un incendio combinada con una medida cuantificada de sus consecuencias. El peligro de incendio es un objeto físico o una condición física con un potencial para una consecuencia no deseable de incendio. El peligro de humo es el potencial de lesiones y/o daños del humo (ref.: ISO 13943:2000 Seguridad contra incendios – vocabulario)

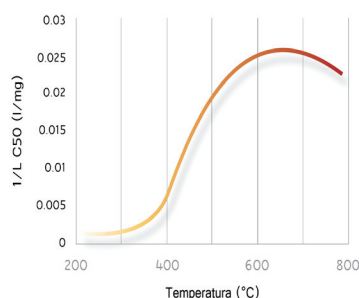
⁷ Hoja informativa de ISOPA: *Risk assessment of smoke in buildings: Fire safety Engineering & PU insulation products* (enero de 2008). <http://www.isopa.org/isopa/uploads/Documents/documents/smoke%20fact%20sheet.pdf>

EJEMPLOS DE PELIGROS DEL HUMO

- Una combustión sin llama en la habitación de origen puede ser un peligro para una persona que duerme y no se despierta a tiempo.
- Un incendio ventilado y en desarrollo no supone un gran peligro para los ocupantes alertas que están en la habitación de origen del incendio o en sus proximidades ya que pueden escapar antes de que el incendio crezca hasta un tamaño peligroso. Sin embargo, puede ser problemático en espacios en los que no es posible la evacuación, p.ej. una prisión o espacios ocupados por personas discapacitadas que necesitan asistencia en la evacuación.
- Los incendios poco ventilados se caracterizan por un contenido bajo de oxígeno y una mayor toxicidad del humo. A menudo las dimensiones del incendio se mantienen reducidas, aunque puede crecer instantáneamente cuando haya disponibilidad de oxígeno y entonces sorprender a ocupantes lejanos o a los equipos de rescate.
- Uno de los peligros más grandes del humo es para los ocupantes que están alejados de la fuente del incendio y que son alcanzados por el humo de un incendio no detectado que ha crecido hasta un tamaño grande o que está en la etapa posterior a la combustión súbita generalizada.

Figura 3: Potencial de toxicidad de un producto de poliuretano rígido en función de la temperatura [8]

PELIGRO DE HUMO PLANTEADO POR MATERIALES Y PRODUCTOS



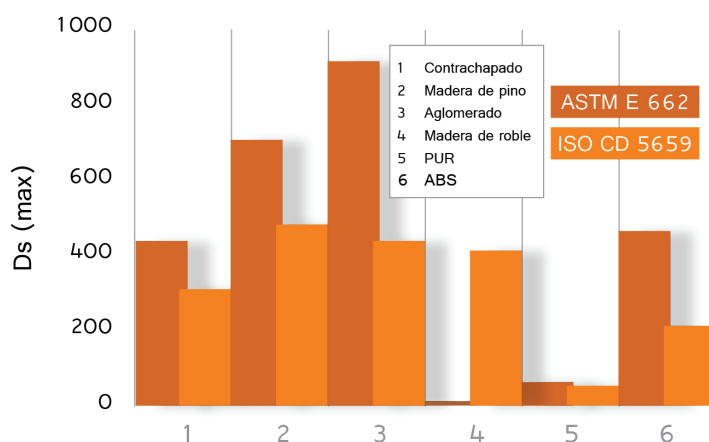
Todos los materiales orgánicos producen humo (tóxico y visible) al quemarse. La cantidad producida no es una propiedad intrínseca del material, sino que depende de parámetros tales como

la cantidad y tipo de material que se está quemando, de la cantidad de oxígeno disponible, de la etapa de desarrollo del incendio, de la temperatura (véase la Figura 3), y del contenido de humedad. La tabla 2 muestra el humo visible del poliuretano frente al de la madera y otros materiales poliméricos según dos normas de ensayo diferentes con sus condiciones específicas.

⁸ M Mann, W Pump, FW Wittbecker: *Una contribución a la estimación de la toxicidad aguda en incendios* (en alemán), Zeitung für Forschung und Technik im Brandschutz (4/1995)

MANUAL CONTRA INCENDIOS de PU Europe

Tabla 2: Densidad óptica del poliuretano en comparación con otros productos, en dos modelos de descomposición diferentes [9]



El humo de un incendio es siempre muy tóxico, con independencia de los materiales que se estén quemando. Los productos de combustión de todos los materiales incluyen monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) y agua. Los materiales que contienen nitrógeno, como lana, seda, nailon, y PU también pueden producir cianuro de hidrógeno (HCN) u óxidos de nitrógeno. Los materiales que contienen halógenos como el PVC y los retardantes de llama pueden producir cloruro de hidrógeno (HCl) o bromuro de hidrógeno (HBr). Los materiales celulósicos y la madera pueden producir acroleína, que es uno de los componentes más tóxicos del humo.

Los asfixiantes como el CO y HCN pueden producir efectos narcóticos o incluso incapacitación o muerte. Un nivel reducido de oxígeno o la falta de este también causa efectos asfixiantes. Los cloruros de halógeno y la acroleína son irritantes. La intoxicación puede ser un efecto adicional de diferentes tóxicos significativos.

El tóxico dominante en un incendio es el monóxido de carbono (CO), que se produce por la combustión de cualquier material orgánico. Los materiales orgánicos desprenden del 10 al 20 % de su peso en forma de CO cuando están implicados en un incendio con combustión súbita generalizada. [10]

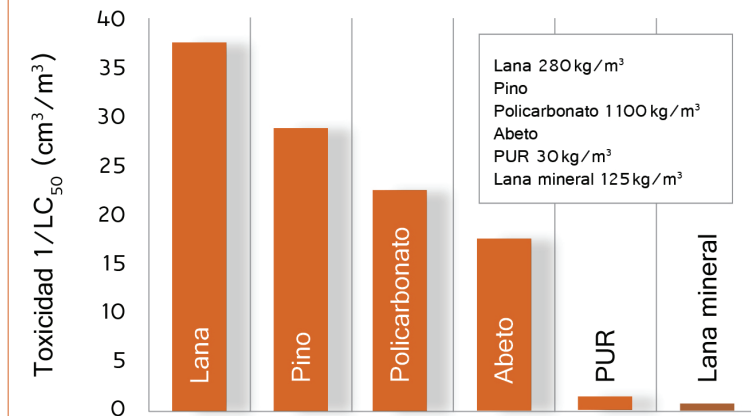
La composición química de la carga de fuego no es el factor decisivo

⁹ FW Wittbecker: *El problema de evaluar la visibilidad en incendios reales* (en alemán), Bauphysik (3/1993)

¹⁰ M Hirschler: *Actas de la Conferencia de BFP – Retardantes de llama 2006*, Londres, Reino Unido (2006), p. 47

MANUAL CONTRA INCENDIOS de PU Europe

Tabla 3: Potencial tóxico de diversos materiales



en relación con las condiciones de atención (visibilidad, calor, toxicidad, peligro) en el recinto del incendio.

A pesar de ello se ha realizado un cierto número de ensayos comparativos, y los resultados de todos los ensayos disponibles han demostrado que no hay diferencias claras entre las espumas sintéticas como el poliuretano, el poliestireno, la poliamida, el policloruro de vinilo, etc. y los productos naturales como la madera y la lana. La letalidad del humo de todos los materiales investigados estaba en el mismo rango, incluidos los materiales que contienen nitrógeno. La influencia de la temperatura y la ventilación era comparable para los diferentes materiales involucrados. [11]

Se ha visto que una baja contribución de un material a un incendio es en general más importante que las diferencias en la toxicidad del humo de los materiales. [12]

Cabe señalar que en las aplicaciones habituales el aislamiento de PU está protegido y la contribución al incendio es probablemente pequeña durante el período de evacuación.

¹¹ Igual que la referencia 9

¹² D Buszard: *La función de los retardantes de llama en la reducción de los peligros de incendio*, Flame Retardants Conference, Londres (1998), p. 45

➤ ASPECTOS A CONSIDERAR SOBRE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

- Es necesario que la evaluación de la seguridad contra incendios tenga en cuenta una amplia gama de factores, incluyendo la ocupación y el uso, y no solo la construcción del edificio.
- La compartimentación puede incrementar significativamente las oportunidades de controlar la propagación y la magnitud de un incendio, pero también es igualmente posible tener un cierto número de recintos involucrados, cada uno en diferentes etapas del desarrollo del incendio.
- Los detectores de humo aumentan significativamente la probabilidad de que un incendio se descubra de forma temprana, permitiendo la evacuación segura y también las oportunidades de que el incendio se mantenga pequeño y sea contenido.
- Los sistemas rociadores garantizan una extinción temprana en la etapa de desarrollo de un incendio.
- El tiempo requerido para la evacuación depende del tamaño y diseño del edificio, y de la finalidad a la que se destina, así, por ejemplo, una guardería necesitaría un período de evacuación más prolongado que un edificio de oficinas, y un edificio de múltiples plantas necesitaría más tiempo que uno de una sola planta.
- La Euroclasificación de los materiales de aislamiento se basa en los ensayos desarrollados para productos de recubrimiento interior. Es necesaria una perspectiva más amplia para clasificar el comportamiento ante el fuego del aislamiento que tenga en cuenta el contexto en que se usa. Ésta se está desarrollando gradualmente, p.ej. fachadas.
- El aislamiento de PU puede cumplir las normas exigidas para la mayoría de las aplicaciones.